

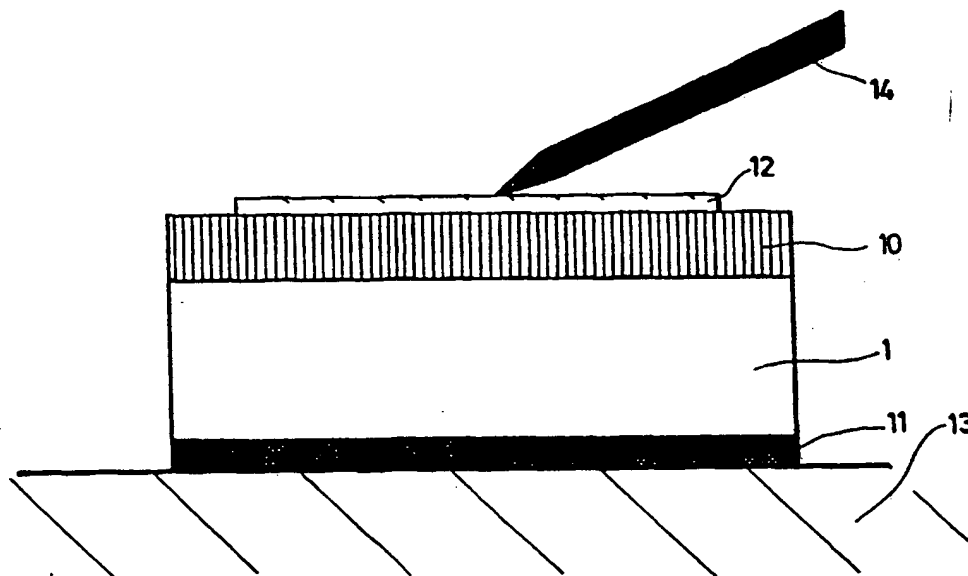


VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 5: <b>H01L 33/00, H05H 1/00</b>		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 94/19832</b>
		(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:	1. September 1994 (01.09.94)
(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/EP94/00400</b>		(81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(22) Internationales Anmeldedatum: 11. Februar 1994 (11.02.94)		Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht. Mit geänderten Ansprüchen.	
(30) Prioritätsdaten: P 43 04 846.3 17. Februar 1993 (17.02.93) DE P 43 15 075.6 6. Mai 1993 (06.05.93) DE			
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): <b>FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Leonrodstrasse 54, D-80636 München (DE).</b>			
(72) Erfinder; und			
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): <b>LANG, Walter [DE/DE]; Schmied-Kochel-Strasse 22, D-81371 München (DE). KOZLOWSKI, Frank [DE/DE]; Mülleranger 12, D-82284 Grafrath (DE). RICHTER, Axel [DE/DE]; Boschetsrieder Strasse 59a, D-81379 München (DE). SAUTER, Mar- tin [DE/DE]; Christoph-Probst-Strasse 8/303, D-80805 München (DE). STEINER, Peter [DE/DE]; Adalbert- Stifter-Strasse 2, D-86529 Schrobenhausen (DE).</b>			
(74) Anwalt: <b>SCHOPPE, Fritz; Georg-Kalb-Strasse 9, D-82049 Pullach bei München (DE).</b>			

(54) Title: **PLASMA GENERATING PROCESS AND ARRANGEMENT**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR PLASMA-ERZEUGUNG**



(57) Abstract

A plasma is generated by applying a voltage on mutually spaced apart spots of a microporous body. This may be done for example by applying a 50 to 100 V voltage through a microporous layer of a silicium wafer.

- 1 -

## Verfahren und Anordnung zur Plasma-Erzeugung

### Beschreibung

Die vorliegende Erfindung befaßt sich mit einem Verfahren sowie einer Anordnung zur Plasma-Erzeugung.

Ein Gas, dessen Eigenschaften wesentlich durch die Existenz positiver und negativer Ionen, aber auch freier Elektronen bestimmt werden, bezeichnet man als Plasma. Die Plasma-Erzeugung ist üblicherweise mit einem sehr hohen apparativen Aufwand verbunden. Eine typische Anordnung besteht beispielsweise aus einer Röhre, in der ein Edelgas mit niedrigem Druck enthalten ist, über das durch eine Kathode und eine Anode eine hohe Spannung angelegt wird. Typischerweise ist noch eine zusätzliche Zündvorrichtung vorgesehen. Derartige Vorrichtungen sind nicht nur technisch aufwendig, sondern auch verhältnismäßig voluminös.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung daher die Aufgabe zugrunde, ein vereinfachtes Verfahren sowie eine vereinfachte Anordnung zur Plasma-Erzeugung anzugeben.

Der Erfindung liegt die verblüffende Erkenntnis zugrunde, daß es bei Anlegen einer Spannung an zwei voneinander beabstandeten Punkten eines mikroporösen Körpers innerhalb des mikroporösen Körpers zur Erzeugung von Plasmen kommt. Wie noch im einzelnen erläutert wird, wurde dieses Phänomen besonders ausgeprägt bei Anlegung einer verhältnismäßig geringen Gleichspannung von etwa 50 bis 80 Volt an zwei von-

einander beabstandete Punkte eines mit einer mikroporösen Schicht versehenen Silizium-Wafers beobachtet. Bei Anlegen einer Spannung an einen mikroporösen Körper, wie beispielsweise an einen mikroporösen Siliziumkörper, strahlt dieser aufgrund der in seinem Inneren erzeugten Plasmen ultraviolettes Licht ab.

In jüngerer Zeit wurden zwar schon verschiedene Untersuchungen an mikroporösen Materialien, wie beispielsweise mikroporösem Silizium durchgeführt, die erwiesen haben, daß bei solchen Materialien bislang nicht für möglich gehaltene photolumineszente Wirkungen auftreten. Nur beispielsweise wird verwiesen auf L.T. Canham, Appl. Phys. Lett. 57 (10), 3. September 1990, Seiten 1046 bis 1048. In dieser Fachveröffentlichung wird berichtet, daß bei mikroporösen Siliziumschichten mit Porenweiten von weniger als 20 Å eine Beschränkung der Elektronenbeweglichkeit auf eine Dimension stattfindet, so daß man bei derartigen Materialien von der Ausbildung von sog. "Quantendrähten" spricht. Diese Quantenleiter oder Quantendrähte bewirken durch die Einschränkung der Bewegungsmöglichkeit der Elektronen einen direkten Übergang der Elektronen zwischen dem Leitungsband und dem Valenzband, obwohl es sich bei Silizium an sich um ein Halbleitermaterial mit indirektem Bandübergang handelt. Die mikroporöse Struktur der hier untersuchten Siliziumelemente wird typischerweise dadurch erreicht, daß ein Silizium-Wafer in einer wässrigen Flußsäure anodisiert wird. In diesem Zusammenhang wird hingewiesen auf die Veröffentlichung "Silicon Lights Up", Scientific American, Juli 1991, Seiten 86 und 87.

Es sei jedoch betont, daß bislang bei derartigen mikroporösen Strukturen lediglich eine zeitlich nicht stabile Photolumineszenz erzielt wurde.

Nachfolgend werden unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen eine bevorzugte Ausführungsform der Anordnung

zur Plasma-Erzeugung sowie des Verfahrens zur Plasma-Erzeugung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine Vorrichtung zur Erzeugung eines mikroporösen Körpers zur Verwendung in einer bevorzugten Ausführungsform der Anordnung zur Plasma-Erzeugung nach einer Ausführungsform der Erfindung;
- Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel einer Anordnung zur Plasma-Erzeugung nach dieser Ausführungsform der Erfindung;
- Fig. 3 das von der Anordnung zur Plasma-Erzeugung abgegebene Spektrum; und
- Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Anordnung zur PlasmaErzeugung gemäß der vorliegenden Erfindung.

Erfindungsgemäß wird ein Plasma dadurch erzeugt, daß ein mikroporöser Körper geschaffen wird, woraufhin an den mikroporösen Körper an zwei voneinander beabstandeten Punkten des Körpers eine Spannung angelegt wird.

Eine besonders einfache Plasmaanregung wird erreicht, wenn der mikroporöse Körper vernetzte Poren hat, deren Porendurchmesser zwischen 1 nm und 50  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise zwischen 10 nm und 10  $\mu\text{m}$  beträgt. Eine besonders einfache Anregung der Plasma-Erzeugung wird bei solchen mikroporösen Körpern beobachtet, die sowohl große als auch kleine Poren aufweisen, deren Durchmesser sich um mehr als den Faktor 2 voneinander unterscheidet.

Ein besonders bevorzugter Werkstoff zum Erzeugen eines solchen mikroporösen Körpers ist jegliches Halbleitermaterial.

Wie nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 1 erläutert werden

wird, kann ein mikroporöses Halbleitermaterial in besonders einfacher Weise dadurch geschaffen werden, daß ein Siliziumwafer 1 in ein Säurebad 2 eingebracht und dort anodisiert wird.

Eine Herstellungsvorrichtung 3 für einen mikroporösen Siliziumkörper umfaßt ein Säurebecken 4, in dem das Säurebad 2 enthalten ist, welches 2 bis 50 Gewichtsprozent Flußsäure und im übrigen Äthanol und Wasser enthält. In dem Säurebad 2 sind in sich gegenüberliegender, voneinander beabstandeter Anordnung eine Anode 5 und eine Kathode 6 eingetaucht, welche mit einem Anodisierungsstrom beaufschlagt werden können.

Eine Haltevorrichtung 7 ist an ihrer Peripherie derart ausgestaltet, daß sie dichtend an den Wandungen des Säurebeckens 4 anliegt, wenn sie von oben in das Säurebecken 4 eingeschoben ist. Die Haltevorrichtung 7 weist eine mittige Ausnehmung 8 auf, an deren Ort der Silizium-Wafer 1 in einer an seinen Randbereichen dichtend umschlossenen Art gehalten ist.

Die Anordnung der Haltevorrichtung 7 ist dergestalt, daß ein Stromfluß zwischen der Anode 5 und der Kathode 6 den Silizium-Wafer 1 vertikal zu dessen Hauptflächen durchlaufen muß.

Eine Beleuchtungsvorrichtung 9 in Form einer Quecksilberlampe oder Halogenlampe ist derart oberhalb des Säurebades 2 oder bei säurefester Ausführung der Beleuchtungsvorrichtung 9 innerhalb des Säurebades 2 angeordnet, daß der Silizium-Wafer 1 von seiner anodischen Seite her beleuchtet wird. Bei Anordnung der Beleuchtungsvorrichtung 9 außerhalb des Säurebeckens 4 ist es bevorzugt, in diesem ein (nicht gezeigtes) Fenster für den Lichtdurchtritt vorzusehen. Auch kann bei Anordnung der Beleuchtungsvorrichtung 9 oberhalb des Säurebeckens 4 in dem Säurebad 2 ein Spiegel zur Umlenkung der Strahlen zu dem Wafer 1 hin vorgesehen sein. Die Beleuchtungsvorrichtung 9 kann auch ein Laser sein. In diesem Fall

wird man bevorzugt einen Argon-Ionen-Laser mit einer Wellenlänge von 488 nm bei einer Flächenleistungsdichte von 5 W/cm<sup>2</sup> einsetzen.

Nach Einbringen des Silizium-Wafers 1 in die Haltevorrichtung 7 wird diese von oben in das Säurebecken 4 eingeschoben. Nun wird der Silizium-Wafer 1 durch Anlegen eines entsprechenden Gleichstromes an Anode 5 und Kathode 6 mit einer Stromdichte von 2 bis 500 mA/cm<sup>2</sup> anodisiert, wobei der Silizium-Wafer 1 an einer seiner Hauptflächen eine Umwandlung des einkristallinen Siliziums in eine mikroporöse Siliziumschicht 10 erfährt. Typische Anodisierungs- und Beleuchtungszeiten liegen zwischen 10 Sekunden und 20 Minuten.

Nach dem Spülen des Silizium-Wafers 1 in Reinstwasser wird dieser mit einem rückseitigen ohmschen Kontakt 11 sowie mit einer vorderseitigen transparenten Elektrode 12 versehen. Die vorderseitige Elektrode 12 wird vorzugsweise durch Aufbringen eines Goldkontaktes mit 120 nm Dicke oder durch Aufbringen einer Indium-Zinn-Oxid-Schicht mit 200 nm Dicke realisiert werden.

Obwohl dies, wie noch erläutert werden wird, für die Erreichung der erfindungsgemäßen Effekte nicht zwingend ist, wird man in der Praxis in der Regel einen kleinen n-dotierten Silizium-Wafer verwenden, dessen spezifischer Widerstand zwischen 1 und 10  $\Omega$  cm beträgt.

Der Silizium-Wafer 1 kann, wenn dies erwünscht ist, durch entsprechendes Zerteilen in einzelne Elemente unterteilt werden, die abgesehen von ihrer Gehäusung nunmehr fertiggestellt sind.

Wie in Fig. 2 gezeigt ist, wird das so gebildete Siliziumelement 1 mit dem ohmschen Kontakt 11 auf eine leitende Fläche 13 aufgelegt, die beispielsweise eine Metallplatte sein kann. Diese leitende Fläche bildet eine erste Elektrode. Eine zweite Elektrode 14, die beispielsweise eine stift-

förmige Elektrode sein kann, wird von oben gegen die transparente Elektrode 12 zur Anlage gebracht, woraufhin eine Gleichspannung oder Wechselspannung in der Größenordnung zwischen 50 und 100 V an das Siliziumelement angelegt wird.

Wesentlich ist es für die Erfindung, daß bei Verwendung eines porösen Siliziums die angelegte Spannung größer als diejenige Spannung ist, bei der Elektrolumineszenz auftritt. Typisch sind Spannungen oberhalb 50 V.

Das sich nun ergebende Spektrum ist in Fig. 3 wiedergegeben, wobei anstelle der üblichen Angabe der abgegebenen Wellenlänge hier die Energie in eV dargestellt ist. Die abgegebene Intensität, die in y-Richtung aufgetragen ist, ist nicht normiert.

Man erkennt Spitzenwerte der Kurve im ultravioletten Bereich, die die interne Erzeugung von Plasmen innerhalb der mikroporösen Schicht 10 des Siliziumelementes 1 belegen.

Das in Fig. 2 gezeigte Siliziumelement 1 stellt lediglich eine der möglichen Grundstrukturen eines für eine Plasma-Erzeugung denkbaren Körpers dar. Bereits in dieser Grundstruktur kann das in Fig. 2 gezeigte Siliziumelement als UV-Lichtquelle verwendet werden.

In Abweichung von der in Fig. 2 gezeigten Struktur des Siliziumelementes kann eine phosphorisierende Schicht oberhalb des mikroporösen Siliziums 10 aufgebracht bzw. abgeschieden werden, so daß das so gebildete Element in der Lage ist, als Lichtquelle für sichtbares Licht zu arbeiten.

In unveränderter Form kann das gezeigte Element als Eichlampe für UV-Linien verwendet werden.

Es ist möglich, Metall-Ionen in die mikroporöse Schicht 10 einzubringen, die innerhalb des erzeugten Plasmas leuchten. Nur beispielsweise seien hier Br und Na erwähnt.

Ein möglicher Anwendungsfall der erfindungsgemäßen Anordnung zur Plasma-Erzeugung betrifft Laserpumpen.

Die beschriebene Ausführungsform der Anordnung zur Plasma-Erzeugung kann auch als Mikroquelle für Ozon eingesetzt werden, wobei man in diesem Fall den mikroporösen Bereich mit Luft oder Sauerstoff beströmen wird.

Ebenfalls kann die erfindungsgemäße Plasma-Erzeugungsanordnung aufgrund ihrer Mikrominiaturisierbarkeit als Mikroreaktionszelle eingesetzt werden, in welche in einem Mikrosystem eine chemische Reaktion im Plasma stattfindet.

Auf der Grundlage des so gebildeten Plasma-Erzeugungselementes können Sensoren aufgebaut werden, da die Wellenlänge der UV-Strahlung abhängig von der Gaszusammensetzung ist, so daß Gassensoren gebildet werden können, abhängig vom Druck ist, so daß Drucksensoren gebildet werden können, abhängig von der Temperatur ist, so daß Temperatursensoren gebildet werden können, sowie abhängig von magnetischem und elektrischem Feld ist, so daß entsprechende Feldsensoren gebildet werden können.

Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird mikroporöses Silizium dadurch gebildet, daß dies in einem Flußsäurebad anodisiert und gleichzeitig beleuchtet wird. Eine mikroporöse Schicht kann bei verlängerten Reaktionszeiten auch ohne Beleuchtung durch Anodisieren im Flußsäurebad erzeugt werden.

Der mikroporöse Körper muß nicht notwendigerweise aus Silizium bestehen. Neben anderen porösen Halbleitermaterialien kommen jegliche porösen Stoffe in Betracht, wenn diese nicht gerade sehr gute Leiter oder sehr gute Isolatoren sind, da es in dem erstgenannten Fall nicht möglich ist, innerhalb der Mikroporen die nötigen Feldstärken aufzubauen, und da es im zweitgenannten Fall nicht möglich ist, die zum Erhalt der



Plasmen nötigen Ströme fließen zu lassen. Es wird als bevorzugt angesehen, daß der mikroporöse Körper einen spezifischen Widerstand größer als  $2 \cdot 10^{-7} \Omega \cdot m$  hat.

Besonders gute Ergebnisse erreicht man dann, wenn der mikroporöse Körper vernetzte Poren hat. Als bevorzugt werden hier Strukturen mit Poren unterschiedlichen Durchmessers zwischen 1 nm und 50  $\mu m$ , vorzugsweise 10 nm und 10  $\mu m$  angesehen.

Auch wenn man, wie dies bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Fall ist, ein mikroporöses Halbleitermaterial als mikroporösen Körper einsetzt, ist es nicht zwingend erforderlich, dieses durch Anodisieren eines Wafers in Flußsäure zu erzeugen. Gleichfalls kann man einen Halbleiterwafer in einem Bad aus Flußsäure und einem Oxidationsmittel, das beispielsweise  $HNO_3$  sein kann, zumindest im Bereich seiner Oberfläche in eine mikroporöse Form bringen.

Abschließend sei angemerkt, daß im Sinne der vorliegenden Anmeldung Porenstrukturen unterhalb von 40  $\mu m$  als mikroporös zu verstehen sind.

Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Anordnung zur Plasma-Erzeugung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung erläutert.

Bei dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel hat der Körper 20 allein im Bereich seiner Oberfläche 22 eine Vielzahl von Poren 21, wobei der Körper 20 im Bereich dieser Poren eine nachfolgend erläuterte Schichtstruktur hat.

Der Körper hat eine leitfähige Grundsicht 23, die aus einem leitfähigen Material wie einem Metall oder einem Halbleiterwerkstoff besteht. Als Metalle kommen Aluminium, Wolfram oder Gold in Betracht. Bei dem praktisch realisierten Ausführungsbeispiel wird das leitende Material der leitfähigen Grundsicht 23 durch Silizium gebildet.

Auf dieser leitfähigen Grundschrift befindet sich eine Isolatorschicht mit einer Dicke D1 von 0,5 bis 5  $\mu\text{m}$ . Die Isolatorschicht kann aus einem beliebigen Dielektrikum bestehen. In Betracht kommen insbesondere Kunststoffe,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{N}_3\text{O}_4$ , sowie  $\text{SiO}_2$ . Bei dem praktisch realisierten Ausführungsbeispiel ist die Isolatorschicht 24 durch eine  $\text{SiO}_2$ -Schicht gebildet. Auf der Isolatorschicht 24 ist eine Gegenelektrodenschicht 25 angeordnet, die aus einem gut leitfähigen Material besteht. In Betracht kommen Metalle, wie beispielsweise Aluminium, Wolfram und Gold. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel besteht die Gegenelektrodenschicht 25 aus Polysilizium.

Durch Anodisieren oder einen geeigneten Ätzprozeß, wie beispielsweise anisotropes Ätzen mittels eines Trockenätzverfahrens, sind ausgehend von der Gegenelektrodenschicht 25 unter Verwendung einer geeignet strukturierten Maskenschicht eine Vielzahl von Poren 21 erzeugt, die sich jeweils ausgehend von der Oberfläche 22 des Körpers 20 durch die Gegenelektrodenschicht 25 und durch die Isolatorschicht 24 bis in die Grundschrift 23 erstrecken.

Wesentlich für die Funktionsfähigkeit der so gebildeten Plasma-Erzeugungsanordnung ist die geeignete Dimensionierung der Breite B1 der Poren 21 in der Richtung parallel zu der Oberfläche 22 des Körpers 20. Diese Breite B1 soll größer als die freie Weglänge der Elektronen und kleiner als das zwanzigfache der freien Weglänge der Elektronen sein, wobei die freie Weglänge der Elektronen von der Art und dem Druck des die Anordnung umgebenden Gases abhängt. Die erfindungsgemäße Plasma-Erzeugungsanordnung kann in Luft bei Umgebungsdruck betrieben werden. In diesem Fall liegt die freie Weglänge der Elektronen etwa in der Größenordnung von 1  $\mu\text{m}$ . Daher ist bei dem praktisch realisierten bevorzugten Ausführungsbeispiel die Breite B1 auf einen Wert zwischen 0,5 und 20  $\mu\text{m}$  eingestellt.

Obwohl der gegenseitige Porenabstand B2 unkritisch ist, hat es sich als zweckmäßig herausgestellt diesen auf einen ähnlichen Wert wie die Breite B1 einzustellen.

Die Tiefe D2 der Poren 21 gemessen von der Unterseite der Gegenelektrodenschicht 25 bis zu dem Boden 26 der jeweiligen Poren 21 sollte größer als deren Breite B1 gewählt werden. Als bevorzugt haben sich bei den oben genannten Bedingungen Werte von etwa 20  $\mu\text{m}$  erwiesen. Die untere Grenze für diese Tiefe liegt bei etwa 0,5  $\mu\text{m}$ .

Eine Dicke D1 der Isolatorschicht 24 in der Richtung senkrecht zu der Oberfläche 22 des Körpers 20 muß größer sein als die freie Weglänge der Elektronen und kleiner sein als das zwanzigfache der freien Weglänge der Elektronen, die in der beschriebenen Art von der Art und dem Druck des die Anordnung umgebenden Gases abhängt. Bei dem beschriebenen Ausführungsbeispiel sind bevorzugt Werte zwischen 0,5 und 5  $\mu\text{m}$ .

Die Dicke der Gegenelektrodenschicht 25 liegt vorzugsweise zwischen 0,1 und 5  $\mu\text{m}$ , wobei besonders hohe Feldstärken durch einen Spitzeneffekt erzielt werden, wenn die Elektrodenkanten 27 geringfügig über die Seitenwände der Poren 21 hinausstehen.

Die so gebildete poröse Oberflächenstruktur des Körpers 20 führt bei Anlegen einer Spannung von beispielsweise 50 bis 80 V zwischen der leitfähigen Grundsicht 23 und der Gegenelektrodenschicht 25 zur Bildung eines elektrischen Feldes E, wobei etwa auf der Höhe der Grenzschicht zwischen der leitfähigen Grundsicht 23 und der Isolatorschicht 24 ein Plasma P entsteht.

Obwohl dies nicht als zwingend angesehen wird, hat es sich zur Erzeugung des Plasmas P als vorteilhaft herausgestellt, wenn die Wände der Poren 21 im Bereich der leitfähigen

Grundschrift 23 mit einer dünnen Isolationsschicht 28 bedeckt sind. Bei dem praktizierten Ausführungsbeispiel, bei dem die Grundschrift 23 aus Silizium besteht, wird die Isolationsschicht 28 durch eine 1  $\mu\text{m}$  dicke Schicht aus Siliziumdioxid gebildet.

Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel, welches zeichnerisch in Fig. 4 in Querschnittsdarstellung gezeigt ist, haben die Poren 21 die Form von in Querschnittsdarstellung rechteckförmigen Ausnehmungen. Obwohl eine derartige Porenquerschnittsgestalt als vorteilhaft angesehen wird, ist sie nicht für die Zwecke der Erfindung zwingend. Jegliche Abwandlungen der Querschnittsformen der Poren 21, welche im Bereich des Überganges zwischen der Isolatorschicht 24 und der Grundschrift 23 im wesentlichen senkrecht zur Oberfläche 22 verlaufende Wandabschnitte haben, kommen in Betracht.

Die beschriebenen Maße für die Breite B1 und die Tiefe D2 der Poren 21 sowie für die Dicke D1 der Isolatorschicht 24 gelten für Luft als das die Anordnung umgebende Gas sowie für den Fall, daß der Druck dieses Gases der Umgebungsdruck ist. Wie beschrieben, kann die erfindungsgemäße Plasma-Erzeugungsanordnung jedoch auch im Zusammenhang mit anderen Umgebungsgasen bei anderen Drücken eingesetzt werden. Mit denen sich in Abhängigkeit von diesen Verhältnissen ändernden Werten der freien Weglänge der Elektronen ändern sich die angegebenen Dimensionen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Plasma-Erzeugung, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:
  - Bereitstellen eines mikroporösen Körpers, und
  - Anlegen einer Spannung an voneinander beabstandeten Punkten des mikroporösen Körpers.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der mikroporöse Körper vernetzte Poren hat.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,  
  
daß der mikroporöse Körper einen spezifischen Widerstand größer als  $2 \cdot 10^{-7} \text{ Ohm} \cdot \text{m}$  hat.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,  
  
daß der mikroporöse Körper Poren aufweist, die einen Porendurchmesser zwischen 1 Nanometer und 50 Mikrometer haben.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,  
  
daß der mikroporöse Körper Poren aufweist, die einen Porendurchmesser zwischen 10 Nanometer und 10 Mikrometer haben.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet,  
  
daß der mikroporöse Körper sowohl große als auch kleine

Poren aufweist, deren Durchmesser sich um mehr als den Faktor 2 voneinander unterscheiden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,

daß der mikroporöse Körper aus einem porösen Halbleitermaterial besteht.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,

daß der mikroporöse Körper aus mikroporösem Silizium besteht.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,

daß der Verfahrensschritt des Bereitstellens des mikroporösen Siliziums folgende Teilschritte umfaßt:

- Einbringen eines Silizium-Wafers in ein Säurebad, und
- Anodisieren des Silizium-Wafers in dem Säurebad.

10. Verfahren nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch folgenden zusätzlichen Teilschritt zur Bereitstellung des mikroporösen Siliziums:

- Beleuchten des Silizium-Wafers auf dessen anodischer Seite zumindest über einen Teil der Zeit, während der der Silizium-Wafer in das Säurebad eingebracht ist und anodisiert wird, wodurch das einkristalline Silizium des Silizium-Wafers zumindest bereichsweise in eine mikroporöse Siliziumschicht umgewandelt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, gekennzeichnet durch folgenden zusätzlichen Teilschritt zur Bereitstellung des mikroporösen Siliziums:

- 14 -

- Erzeug n zweier Kontakte, mit denen an die mikroporöse Siliziumschicht eine Spannung anlegbar ist.
- 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet,  
  
daß das Anodisieren mit einer Stromdichte von 2 bis 500 mA/cm<sup>2</sup> erfolgt.
- 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet,  
  
daß das Säurebad 2 bis 50 Gewichtsprozent Flußsäure enthält und im übrigen aus Äthanol und Wasser besteht.
- 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet,  
  
daß der Silizium-Wafer n-dotiert ist.
- 15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet,  
  
daß die Dotierung des Silizium-Wafers derart gewählt ist, daß dessen spezifischer Widerstand zwischen 1 und 10 Ohm cm beträgt.
- 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet,  
  
daß die Beleuchtung mit einer Quecksilberlampe oder einer Halogenlampe oder einem Laser erfolgt.
- 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 16, dadurch gekennzeichnet,  
  
daß der Verfahrensschritt des Erzeugens des zweiten Kontaktes das Erzeugen eines ohmschen Kontaktes auf der Rückseite des Silizium-Wafers umfaßt.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 17, dadurch gekennzeichnet,

daß der Verfahrensschritt des Erzeugens des ersten Kontaktes das Aufbringen eines Goldkontaktes umfaßt.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet,

daß die Dicke des Goldkontaktes etwa 120 Nanometer beträgt.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 19, dadurch gekennzeichnet,

daß der Verfahrensschritt des Erzeugens des ersten Kontaktes das Aufbringen einer Indium-Zinn-Oxid-Schicht umfaßt.

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet,

daß die Dicke der Indium-Zinn-Oxid-Schicht etwa 200 Nanometer beträgt.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 21, dadurch gekennzeichnet,

daß der Verfahrensschritt des Kontakterzeugens folgende Schritte umfaßt:

- Aufbringen eines zumindest teilweisen durchlässigen ersten Kontaktes auf die mikroporöse Siliziumschicht, und
- Erzeugen eines zweiten Kontaktes zur Kontaktierung eines Bereiches des Silizium-Wafers unterhalb der mikroporösen Siliziumschicht.



23. Anordnung zur Plasma-Erzeugung, gekennzeichnet durch

- einen mikroporösen Körper (1,10) und
- eine Spannungsquelle zum Anlegen einer Spannung an voneinander beabstandeten Punkten des mikroporösen Körpers (1,10).

24. Anordnung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet,

daß der mikroporöse Körper (1,10) vernetzte Poren hat.

25. Anordnung nach Anspruch 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet,

daß der mikroporöse Körper (1,10) einen spezifischen Widerstand größer als  $2 \cdot 10^{-7} \text{ Ohm} \cdot \text{m}$  hat.

26. Anordnung nach einem der Ansprüche 23 bis 25, dadurch gekennzeichnet,

daß der mikroporöse Körper (1,10) Poren aufweist, die einen Porendurchmesser zwischen 1 Nanometer und 50 Nanometer haben.

27. Anordnung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet,

daß der mikroporöse Körper (1,10) Poren aufweist, die einen Porendurchmesser zwischen 10 Nanometer und 10 Mikrometer haben.

28. Anordnung nach einem der Ansprüche 23 bis 27, dadurch gekennzeichnet,

daß der mikroporöse Körper (1,10) sowohl große als auch kleine Poren aufweist, deren Durchmesser sich um mehr als den Faktor 2 voneinander unterscheiden.

29. Anordnung nach einem der Ansprüche 23 bis 28, dadurch gekennzeichnet,

daß der mikroporöse Körper (1,10) aus einem Halbleitermaterial besteht.

30. Anordnung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet,

daß der mikroporöse Körper (1,10) aus mikroporösem Silizium besteht.

31. Anordnung nach einem der Ansprüche 23 bis 30, dadurch gekennzeichnet

daß der Körper eine leitfähige Grundsicht (23), eine auf dieser (23) angeordnete Isolatorschicht (24) und eine auf der Isolatorschicht (24) angeordnete Gegenelektroden-schicht (25) aufweist,

daß sich die Poren (21) im Bereich der Oberfläche (22) des Körpers (20) befinden und sich ausgehend von der Oberfläche (22) des Körpers (20) durch die Gegenelektroden-schicht (25) und durch die Isolatorschicht (24) bis in die Grundsicht (23) erstrecken und

daß die Breite (B1) der Poren (21) in der Richtung parallel zu der Oberfläche (22) des Körpers (20) größer als die freie Weglänge der Elektronen und kleiner als das zwanzigfache der freien Weglänge der Elektronen ist, wobei die freie Weglänge der Elektronen von der Art und dem Druck des die Anordnung umgebenden Gases abhängt.

32. Anordnung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet,

daß die Tiefe (D2) der Poren (21) senkrecht zu der Oberfläche (22) größer ist als deren Breite (B1).

33. Anordnung nach Anspruch 31 oder 32, dadurch gekenn-

z ichnet,

daß die Dicke (D1) der Isolatorschicht (24) in der Richtung senkrecht zu der Oberfläche (22) des Körpers (20) größer als die freie Weglänge der Elektronen und kleiner als die zwanzigfache freie Weglänge der Elektronen ist, wobei die freie Weglänge der Elektronen von der Art und dem Druck des die Anordnung umgebenden Gases abhängt.

34. Anordnung nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet,

daß die Dicke (D1) der Isolatorschicht (24) in der Richtung senkrecht zu der Oberfläche (22) des Körpers (20) kleiner ist als die zehnfache freie Weglänge der Elektronen, wobei die freie Weglänge der Elektronen von der Art und dem Druck des die Anordnung umgebenden Gases abhängt.

35. Anordnung nach einem der Ansprüche 31 bis 34, dadurch gekennzeichnet,

daß die Poren (21) durch Anodisieren oder durch ein Ätzverfahren erzeugt sind.

36. Anordnung nach einem der Ansprüche 31 bis 35, dadurch gekennzeichnet,

daß die Dicke der Gegenelektrodenschicht (25) 0,1  $\mu\text{m}$  bis 0,5  $\mu\text{m}$  beträgt.

37. Anordnung nach einem der Ansprüche 31 bis 36, dadurch gekennzeichnet,

daß die Dicke der Isolatorschicht (24) 0,5  $\mu\text{m}$  bis 5  $\mu\text{m}$  beträgt.

38. Anordnung nach einem der Ansprüche 31 bis 37, dadurch

gekennzeichnet,

daß das die Anordnung umgebende Gas Luft, Stickstoff oder ein Edelgas bei Umgebungsdruck ist, und

daß die Breite (B1) der Poren (21) zwischen 0,5  $\mu\text{m}$  und 20  $\mu\text{m}$  beträgt.

39. Anordnung nach einem der Ansprüche 31 bis 38, dadurch gekennzeichnet,

daß das die Anordnung umgebende Gas Luft, Stickstoff oder ein Edelgas bei Umgebungsdruck ist, und

daß die Tiefe (D2) der Poren (21) zwischen 0,5  $\mu\text{m}$  und 20  $\mu\text{m}$  beträgt.

40. Anordnung nach einem der Ansprüche 31 bis 39, dadurch gekennzeichnet,

daß die leitfähige Grundsicht (23) aus einem Metall oder Halbleitermaterial besteht.

41. Anordnung nach Anspruch 40, dadurch gekennzeichnet,

daß die leitfähige Grundsicht (23) aus Silizium besteht.

42. Anordnung nach einem der Ansprüche 31 bis 41, dadurch gekennzeichnet,

daß die Isolatorschicht (24) aus  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{N}_3\text{O}_4$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oder einem Kunststoff besteht.

43. Anordnung nach einem der Ansprüche 31 bis 42, dadurch gekennzeichnet,

daß die Gegenelektrodenschicht (25) aus Metall oder aus

Polysilizium besteht.

44. Anordnung nach einem der Ansprüche 31 bis 43, dadurch gekennzeichnet,

daß die Porenwand zumindest im Bereich der leitfähigen Grundsicht (23) mit einer Isolationsschicht (28) bedeckt ist, deren Dicke kleiner oder gleich 1  $\mu\text{m}$  ist.

## GEÄNDERTE ANSPRÜCHE

[beim Internationalen Büro am 15 July 1994 (15.07.94) eingegangen;  
ursprüngliche Ansprüche 1-40 durch neue geänderte Ansprüche 1-44 ersetzt (8 Seiten)]

1. Verfahren zur Plasma-Erzeugung, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- Bereitstellen eines mikroporösen Körpers,

- der einen spezifischen Widerstand größer als  $2 \cdot 10^{-7}$  Ohm·m hat und

- der Poren aufweist, die einen Porendurchmesser zwischen 1 Nanometer und 50 Mikrometer haben, und

- Anlegen einer Spannung an voneinander beabstandeten Punkten des mikroporösen Körpers.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der mikroporöse Körper vernetzte Poren hat.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,

daß der mikroporöse Körper Poren aufweist, die einen Porendurchmesser zwischen 10 Nanometer und 10 Mikrometer haben.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,

daß der mikroporöse Körper sowohl große als auch kleine Poren aufweist, deren Durchmesser sich um mehr als den Faktor 2 voneinander unterscheiden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet,

daß der mikroporöse Körper aus einem porösen Halbleitermaterial besteht.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,

daß der mikroporöse Körper aus mikroporösem Silizium besteht.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,

daß der Verfahrensschritt des Bereitstellens des mikroporösen Siliziums folgende Teilschritte umfaßt:

- Einbringen eines Silizium-Wafers in ein Säurebad, und
- Anodisieren des Silizium-Wafers in dem Säurebad.

8. Verfahren nach Anspruch 7, gekennzeichnet durch folgenden zusätzlichen Teilschritt zur Bereitstellung des mikroporösen Siliziums:

- Beleuchten des Silizium-Wafers auf dessen anodischer Seite zumindest über einen Teil der Zeit, während der der Silizium-Wafer in das Säurebad eingebracht ist und anodisiert wird, wodurch das einkristalline Silizium des Silizium-Wafers zumindest bereichsweise in eine mikroporöse Siliziumschicht umgewandelt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, gekennzeichnet durch folgenden zusätzlichen Teilschritt zur Bereitstellung des mikroporösen Siliziums:

- Erzeugen zweier Kontakte, mit denen an die mikroporöse Siliziumschicht eine Spannung anlegbar ist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet,

- 23 -

daß das Anodisieren mit einer Stromdichte von 2 bis 500 mA/cm<sup>2</sup> erfolgt.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet,

daß das Säurebad 2 bis 50 Gewichtsprozent Flußsäure enthält und im übrigen aus Äthanol und Wasser besteht.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet,

daß der Silizium-Wafer n-dotiert ist.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet,

daß die Dotierung des Silizium-Wafers derart gewählt ist, daß dessen spezifischer Widerstand zwischen 1 und 10 Ohm cm beträgt.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet,

daß die Beleuchtung mit einer Quecksilberlampe oder einer Halogenlampe oder einem Laser erfolgt.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 14, dadurch gekennzeichnet,

daß der Verfahrensschritt des Erzeugens des zweiten Kontaktes das Erzeugen eines ohmschen Kontaktes auf der Rückseite des Silizium-Wafers umfaßt.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 15, dadurch gekennzeichnet,

daß der Verfahrensschritt des Erzeugens des ersten Kontaktes das Aufbringen eines Goldkontaktes umfaßt.



17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet,

daß die Dicke des Goldkontaktes etwa 120 Nanometer beträgt.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 17, dadurch gekennzeichnet,

daß der Verfahrensschritt des Erzeugens des ersten Kontaktes das Aufbringen einer Indium-Zinn-Oxid-Schicht umfaßt.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet,

daß die Dicke der Indium-Zinn-Oxid-Schicht etwa 200 Nanometer beträgt.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 19, dadurch gekennzeichnet,

daß der Verfahrensschritt des Kontakterzeugens folgende Schritte umfaßt:

- Aufbringen eines zumindest teilweisen durchlässigen ersten Kontaktes auf die mikroporöse Siliziumschicht, und
- Erzeugen eines zweiten Kontaktes zur Kontaktierung eines Bereiches des Silizium-Wafers unterhalb der mikroporösen Siliziumschicht.

21. Anordnung zur Plasma-Erzeugung, gekennzeichnet durch

- einen mikroporösen Körper (1,10),
- der einen spezifischen Widerstand größer als  $2 \cdot 10^{-7}$  Ohm·m hat und

- 25 -

- der Poren aufweist, die einen Porendurchmesser zwischen 1 Nanometer und 50 Mikrometer haben, und
  - eine Spannungsquelle zum Anlegen einer Spannung an voneinander beabstandeten Punkten des mikroporösen Körpers (1,10).
22. Anordnung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet,
- daß der mikroporöse Körper (1,10) vernetzte Poren hat.
23. Anordnung nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet,
- daß der mikroporöse Körper (1,10) Poren aufweist, die einen Porendurchmesser zwischen 10 Nanometer und 10 Mikrometer haben.
24. Anordnung nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet,
- daß der mikroporöse Körper (1,10) sowohl große als auch kleine Poren aufweist, deren Durchmesser sich um mehr als den Faktor 2 voneinander unterscheiden.
25. Anordnung nach einem der Ansprüche 21 bis 24, dadurch gekennzeichnet,
- daß der mikroporöse Körper (1,10) aus einem Halbleitermaterial besteht.
26. Anordnung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet,
- daß der mikroporöse Körper (1,10) aus mikroporösem Silizium besteht.
27. Anordnung nach einem der Ansprüche 21 bis 26, dadurch

- 26 -

gekennzeichnet

daß der Körper eine leitfähige Grundsicht (23), eine auf dieser (23) angeordnete Isolatorschicht (24) und eine auf der Isolatorschicht (24) angeordnete Gegenelektrodenschicht (25) aufweist,

daß sich die Poren (21) im Bereich der Oberfläche (22) des Körpers (20) befinden und sich ausgehend von der Oberfläche (22) des Körpers (20) durch die Gegenelektrodenschicht (25) und durch die Isolatorschicht (24) bis in die Grundsicht (23) erstrecken und

daß die Breite (B1) der Poren (21) in der Richtung parallel zu der Oberfläche (22) des Körpers (20) größer als die freie Weglänge der Elektronen und kleiner als das zwanzigfache der freien Weglänge der Elektronen ist, wobei die freie Weglänge der Elektronen von der Art und dem Druck des die Anordnung umgebenden Gases abhängt.

28. Anordnung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet,

daß die Tiefe (D2) der Poren (21) senkrecht zu der Oberfläche (22) größer ist als deren Breite (B1).

29. Anordnung nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet,

daß die Dicke (D1) der Isolatorschicht (24) in der Richtung senkrecht zu der Oberfläche (22) des Körpers (20) größer als die freie Weglänge der Elektronen und kleiner als die zwanzigfache freie Weglänge der Elektronen ist, wobei die freie Weglänge der Elektronen von der Art und dem Druck des die Anordnung umgebenden Gases abhängt.

30. Anordnung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet,

GEÄNDERTES BLATT (ARTIKEL 19)

- 27 -

daß die Dicke (D1) der Isolatorschicht (24) in der Richtung senkrecht zu der Oberfläche (22) des Körpers (20) kleiner ist als die zehnfache freie Weglänge der Elektronen, wobei die freie Weglänge der Elektronen von der Art und dem Druck des die Anordnung umgebenden Gases abhängt.

31. Anordnung nach einem der Ansprüche 26 bis 30, dadurch gekennzeichnet,

daß die Poren (21) durch Anodisieren oder durch ein Ätzverfahren erzeugt sind.

32. Anordnung nach einem der Ansprüche 27 bis 31, dadurch gekennzeichnet,

daß die Dicke der Gegenelektrodenschicht (25) 0,1  $\mu\text{m}$  bis 0,5  $\mu\text{m}$  beträgt.

33. Anordnung nach einem der Ansprüche 27 bis 32, dadurch gekennzeichnet,

daß die Dicke der Isolatorschicht (24) 0,5  $\mu\text{m}$  bis 5  $\mu\text{m}$  beträgt.

34. Anordnung nach einem der Ansprüche 27 bis 34, dadurch gekennzeichnet,

daß das die Anordnung umgebende Gas Luft, Stickstoff oder ein Edelgas bei Umgebungsdruck ist, und

daß die Breite (B1) der Poren (21) zwischen 0,5  $\mu\text{m}$  und 20  $\mu\text{m}$  beträgt.

35. Anordnung nach einem der Ansprüche 27 bis 34, dadurch gekennzeichnet,

daß das die Anordnung umgebende Gas Luft, Stickstoff

oder ein Edelgas bei Umgebungsdruck ist, und

daß die Tiefe (D2) der Poren (21) zwischen 0,5  $\mu\text{m}$  und 20  $\mu\text{m}$  beträgt.

36. Anordnung nach einem der Ansprüche 27 bis 35, dadurch gekennzeichnet,

daß die leitfähige Grundschrift (23) aus einem Metall oder Halbleitermaterial besteht.

37. Anordnung nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet,

daß die leitfähige Grundschrift (23) aus Silizium besteht.

38. Anordnung nach einem der Ansprüche 27 bis 37, dadurch gekennzeichnet,

daß die Isolatorschicht (24) aus  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{N}_3\text{O}_4$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oder einem Kunststoff besteht.

39. Anordnung nach einem der Ansprüche 27 bis 38, dadurch gekennzeichnet,

daß die Gegenelektrodenschicht (25) aus Metall oder aus Polysilizium besteht.

40. Anordnung nach einem der Ansprüche 27 bis 39, dadurch gekennzeichnet,

daß die Porenwand zumindest im Bereich der leitfähigen Grundschrift (23) mit einer Isolationsschicht (28) bedeckt ist, deren Dicke kleiner oder gleich 1  $\mu\text{m}$  ist.

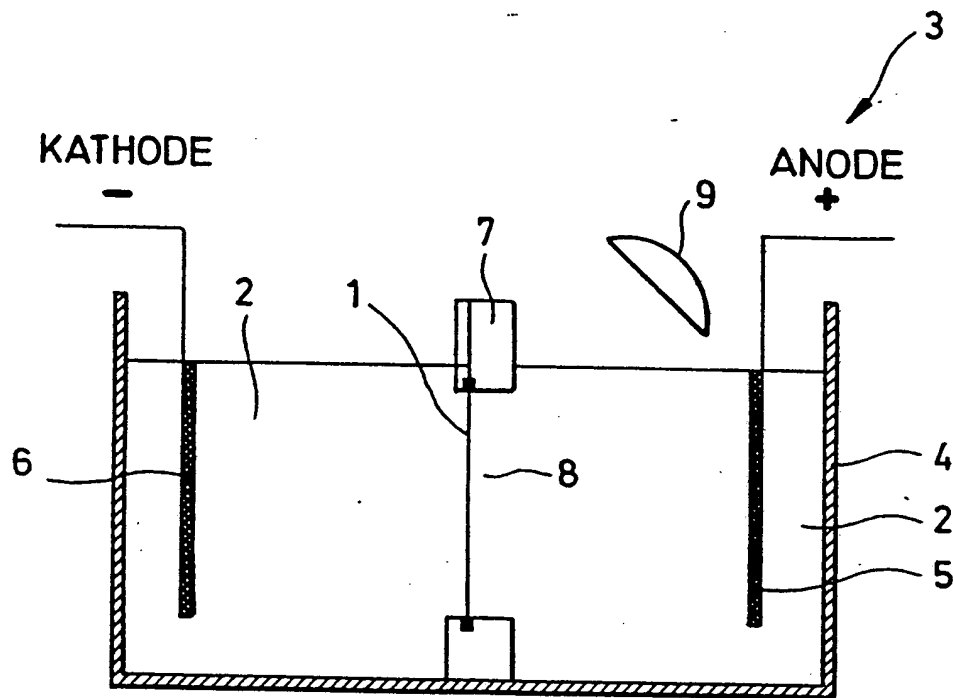


FIG.1

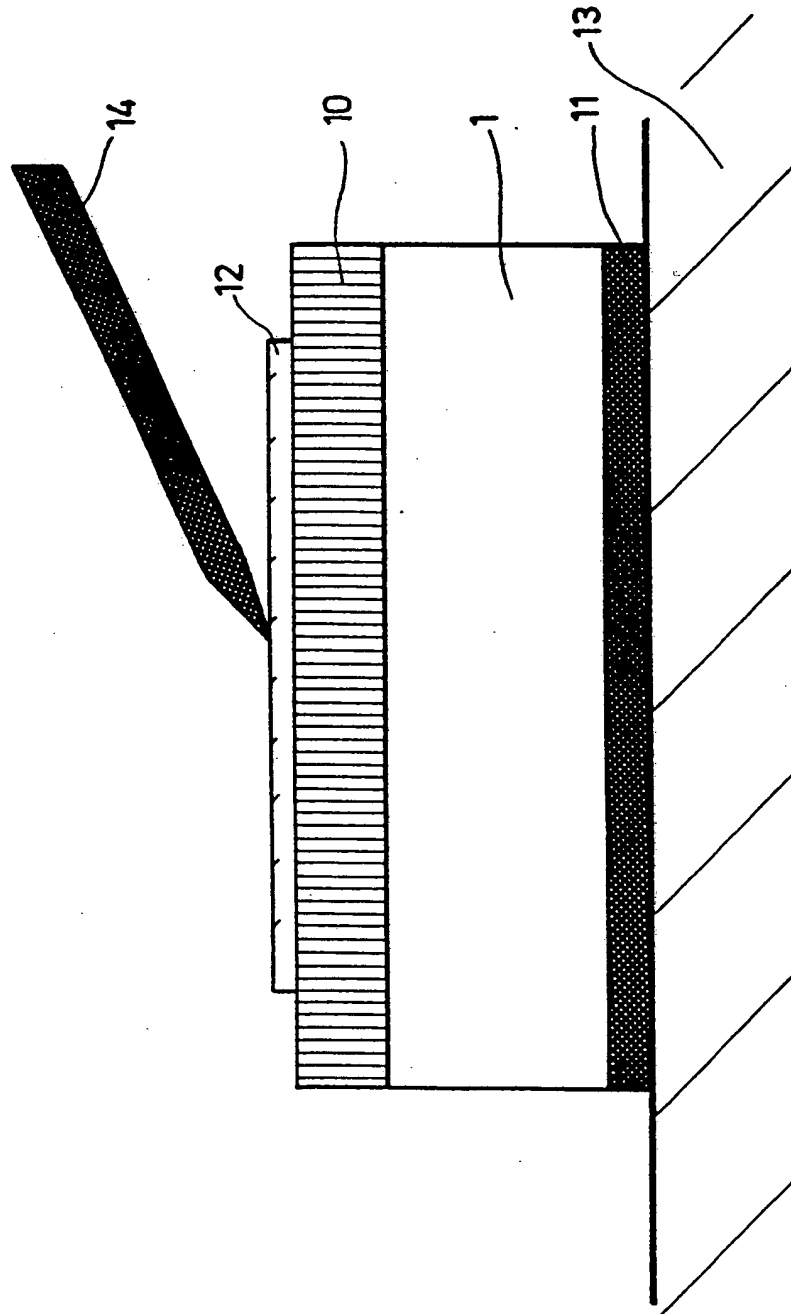


FIG. 2

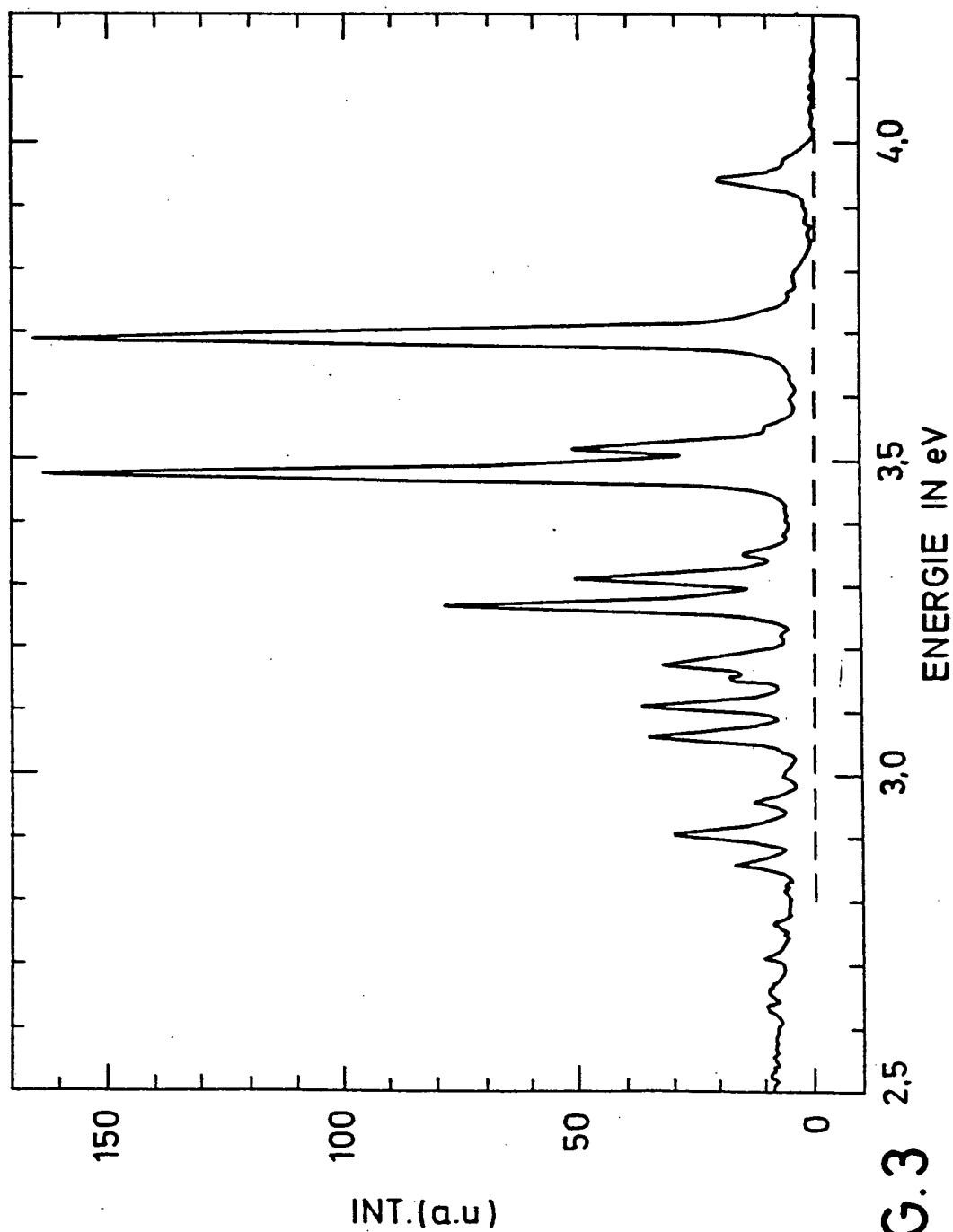


FIG. 3



4/4

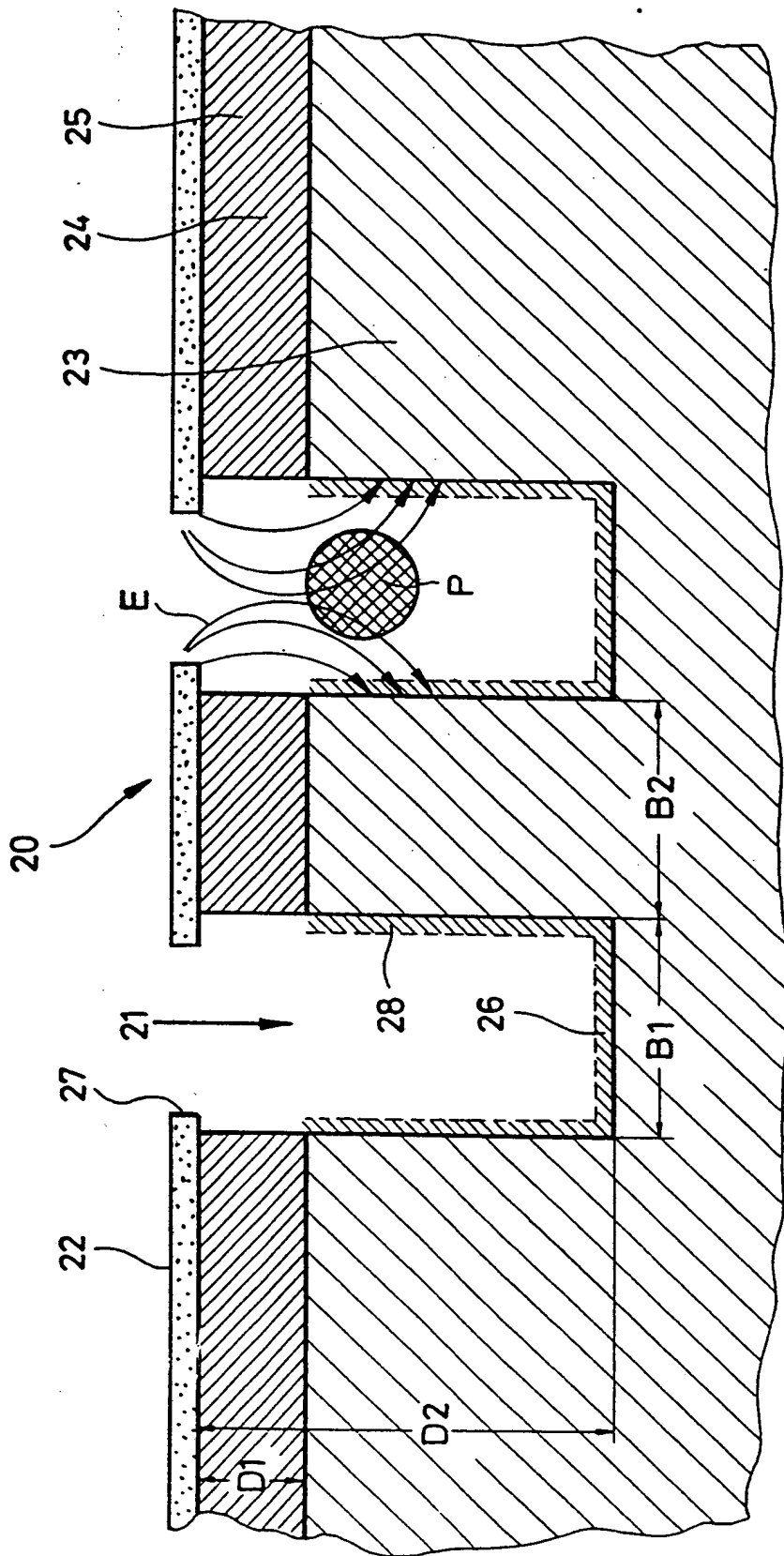


FIG.4

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP 94/00400

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 5 H01L33/00 H05H1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 5 H01L H05H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	WO, A, 93 04503 (FRAUNHOFER-GES. ZÜR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG) 4 March 1993	1-3, 7-25, 29, 30
Y	see the whole document	4, 26
A	---	40, 41
Y	WO, A, 92 19084 (THE UK SECRETARY OF STATE FOR DEFENCE) 29 October 1992 see page 9, paragraph 2 see page 10, paragraph 2 see page 12, paragraph 1 see page 15, paragraph 2 - paragraph 3	4, 26
A	see claim 16; figures 1-3 ---	17, 18, 22, 32, 35
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \* "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \* "E" earlier document but published on or after the international filing date
- \* "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \* "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \* "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\* "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\* "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\* "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

\* "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 May 1994

Date of mailing of the international search report

18.05.94

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Capostagno, E

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/EP 94/00400

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	APPLIED PHYSICS LETTERS, vol.60, no.3, 20 January 1992, NEW YORK US pages 347 - 349, XP297660 KOSHIDA ET AL. 'Visible electroluminescence from porous silicon' see page 347, left column, paragraph 4 - right column, paragraph 2 ----	1,7-9, 12,20,23
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 17, no. 325 (E-1384) 21 June 1993 & JP,A,05 037 012 (NIPPONDENSO) 12 February 1993 see abstract ----	1,2,23, 24
X	APPLIED PHYSICS LETTERS, vol.62, no.7, 15 February 1993, NEW YORK US pages 708 - 710, XP338307 CHEN ET AL. 'Visible light emission from heavily doped porous silicon homojunction pn diodes' see page 709, left column, last paragraph ----	1,23
A	see page 709, left column, last paragraph ----	7,8,18, 19,29,30
A	APPLIED PHYSICS LETTERS, vol.60, no.5, 3 February 1992, NEW YORK US pages 619 - 620, XP295606 DOAN ET AL. 'Photolithographic fabrication of micron-dimension porous Si structures exhibiting visible luminescence' ----	
A	EXTENDED ABSTRACTS OF THE 1992 INT. CONF. ON SOLID STATE DEVICES & MATERIALS - TSUKUBA, JP - 26/28 AUG. 1992 pages 387 - 388 WANG ET AL. 'Improvement of electroluminescent efficiency of light-emitting porous silicon' ----	
A	APPLIED PHYSICS LETTERS, vol.57, no.10, 3 September 1990, NEW YORK US pages 1046 - 1048, XP164512 L.T. CANHAM 'Silicon quantum wire array fabrication by electrochemical and chemical dissolution of wafers' cited in the application -----	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.  
PCT/EP 94/00400

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO-A-9304503	04-03-93	DE-A- 4126955	18-02-93
WO-A-9219084	29-10-92	EP-A- 0580618	02-02-94
		GB-A- 2268333	05-01-94

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 5 H01L33/00 H05H1/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 5 H01L H05H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P, X	WO, A, 93 04503 (FRAUNHOFER-GES. ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG) 4. März 1993 siehe das ganze Dokument	1-3, 7-25, 29, 30 4, 26 40, 41
Y	---	
A		
Y	WO, A, 92 19084 (THE UK SECRETARY OF STATE FOR DEFENCE) 29. Oktober 1992 siehe Seite 9, Absatz 2 siehe Seite 10, Absatz 2 siehe Seite 12, Absatz 1 siehe Seite 15, Absatz 2 - Absatz 3 siehe Anspruch 16; Abbildungen 1-3	4, 26
A	---	17, 18, 22, 32, 35
	---	
	---/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"I" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. Mai 1994

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18.05.94

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Capostagno, E

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	APPLIED PHYSICS LETTERS, Bd.60, Nr.3, 20. Januar 1992, NEW YORK US Seiten 347 - 349, XP297660 KOSHIDA ET AL. 'Visible electroluminescence from porous silicon' siehe Seite 347, linke Spalte, Absatz 4 - rechte Spalte, Absatz 2 ---	1,7-9, 12,20,23
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 17, no. 325 (E-1384) 21. Juni 1993 & JP,A,05 037 012 (NIPPONDENSO) 12. Februar 1993 siehe Zusammenfassung ---	1,2,23, 24
X	APPLIED PHYSICS LETTERS, Bd.62, Nr.7, 15. Februar 1993, NEW YORK US Seiten 708 - 710, XP338307 CHEN ET AL. 'Visible light emission from heavily doped porous silicon homojunction pn diodes' siehe Seite 709, linke Spalte, letzter Absatz ---	1,23
A	---	7,8,18, 19,29,30
A	APPLIED PHYSICS LETTERS, Bd.60, Nr.5, 3. Februar 1992, NEW YORK US Seiten 619 - 620, XP295606 DOAN ET AL. 'Photolithographic fabrication of micron-dimension porous Si structures exhibiting visible luminescence' ---	
A	EXTENDED ABSTRACTS OF THE 1992 INT. CONF. ON SOLID STATE DEVICES & MATERIALS - TSUKUBA, JP - 26/28 AUG. 1992 Seiten 387 - 388 WANG ET AL. 'Improvement of electroluminescent efficiency of light-emitting porous silicon' ---	
A	APPLIED PHYSICS LETTERS, Bd.57, Nr.10, 3. September 1990, NEW YORK US Seiten 1046 - 1048, XP164512 L.T. CANHAM 'Silicon quantum wire array fabrication by electrochemical and chemical dissolution of wafers' in der Anmeldung erwähnt -----	

# INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung, die zur selben Patentfamilie gehören

nationales Aktenzeichen

PC.7EP 94/00400

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO-A-9304503	04-03-93	DE-A- 4126955	18-02-93
WO-A-9219084	29-10-92	EP-A- 0580618	02-02-94
		GB-A- 2268333	05-01-94